

## 6. 計測器および継電器

### ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS AND RELAYS

昭和36年1月、計測器専門の新設那珂工場において、近代的生産設備と体制のもとに計測器、継電器の生産が開始され製品の品質、生産量、新器種の開発に飛躍的な記録更新がなされた。特に性能向上、新器種の開発には新鋭生産設備による工作技術向上と中央研究所、日立研究所、工場研究試作の成果が大幅に製品に生かされ、工業計器では空気式小形計器、電子式計器、変換器、スキャニング装置が重点に改良開発され、信越化学工業株式会社直江津工場、ポルトガル塩化ビニールプラント、丸善東洋オイルカンパニー、シンガポール石油株式会社プラント、徳山曹達株式会社TOプラントなど国内、国外に納入された。電気計器では熱ペン式記録計、パルス式積算電力計、東海道新幹線用速度計、高速度モー継電器、電子管自動同期装置などが開発され各方面に納入された。

通信用測定器としては高精度のミリ波測定器、シンクロスコープが開発されたことが特筆される。

#### 6.1 工業計器

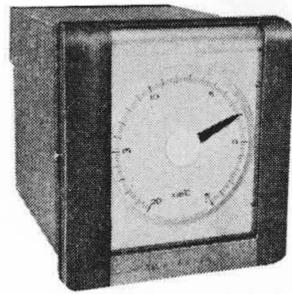
昭和35年度に引続き工業計器の需要は増加の一途をたどり、那珂新工場への移転に伴う生産態勢の確立、ならびに生産技術の向上はめざましいものがあった。一方新機種の開発、性能の改善も活発に行われ、質、量ともに充実したものとなってきた。特に従来から好評の中形電子管式記録計に加えてVIX<sub>31</sub>形指示計、VKX<sub>31</sub>-P形調節計などの中形シリーズが完備し、さらに小形シリーズも保守取扱いの容易さ、測定記録機構部、調節機構部の性能向上ならびに意匠の斬新化によって面目を一新し、ソリッドステート化された電子管式記録ならびに調節計を含めて量産に移った。各種の空気圧式発信器も性能の向上安定化に関して検討が加えられ格段の進歩を示した。

実用期にはいった電子式プロセス制御装置は、信越化学工業株式会社直江津工場、富士製鉄株式会社室蘭製鉄所などの大容量プラントにおける運転状況はきわめて良好で、計装取りまとめの合理化、機器のソリッドステート化に研究の重点が置かれユニットシリーズを開発、生産化した。スキャニング装置も一カ年以上にわたる連続運転無事故の実績を確立し、日立製作所独特の周波数計数方式A-D変換器の採用により、わが国で最初の高性能デジタル方式のものを宇部興産株式会社に納入した。生産態勢も確立し電子式機器の動向は活発である。

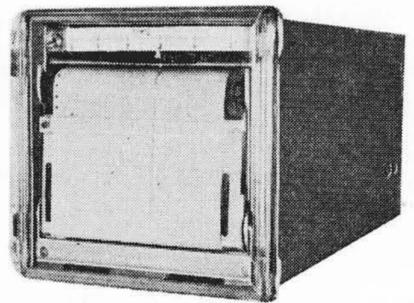
そのほか分析計としては磁気式酸素計、水中溶解酸素、水素計の量産化とともに酸素純度計、窒素純度計など一連の酸素計シリーズを開発するなど、各種工業における生産合理化に工業計器の進出はめざましいものがあった。

##### 6.1.1 電子管式計器

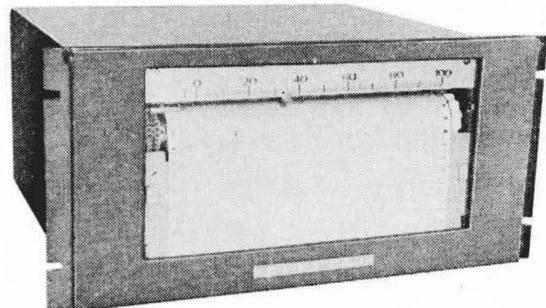
電子管式計器は指示、記録、調節計を含み工業計器の中核をなしている。これに使用されているサーボ増幅器には磁気変調式増幅器とチョップ式増幅器の二種がある。磁気変調式は日立独特の増幅器で、従来の製品の細部に検討を加え量産化が一段と進み性能もさらに安定した。これを採用しているVKX<sub>31</sub>形中形記録計、VIX<sub>31</sub>形中形指示計(第1図)はこの方面の好評を得ている。またVIX<sub>31</sub>は多年要望されてきた中形指示計でこれが完成し中形シリーズが完備した。チョップ式増幅器は従来の真空管式に代って、トランジスタを採用して小形、長寿命化を計り、この増幅器を採用したVKX<sub>62</sub>形小形記録計(第2図)は、多数が海を渡ってポルトガルまで輸出された。このVKX<sub>62</sub>シリーズは従来の61シリーズに比べて増幅器のみ



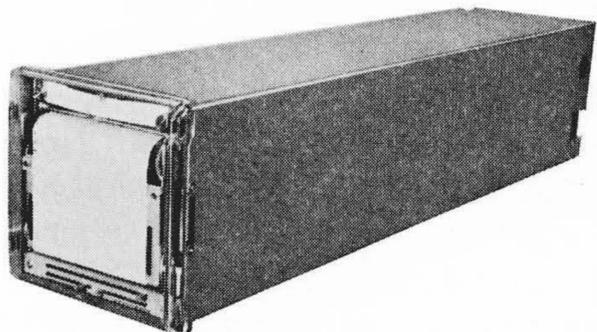
第1図 VIX<sub>31</sub>形電子管式指示計



第2図 VKP<sub>62</sub>形電子管式小形記録計



第3図 VKP<sub>21</sub>形理化学用記録計



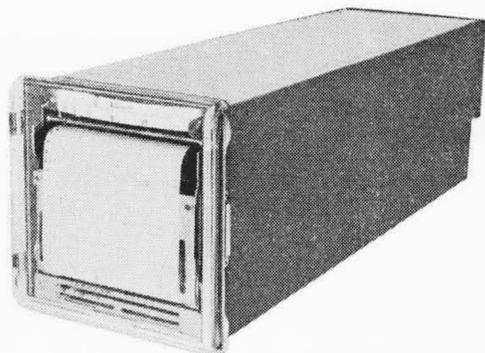
第4図 PKB<sub>62</sub>-P形空気作動式流量記録小形調節計

ならずそのほかの性能、デザインも大きく一新した。指示、記録計の重要な要素をなすしゅう動抵抗は接触性、耐摩耗性ともに非常にすぐれた材料を開発し、すでに一部の製品に採用している。

VKP<sub>21</sub>形理化学用記録計(第3図)は従来の記録計から大きく脱皮した製品で、理化学装置と組み合わせて使用するに種々便利な特長を有している。ペンスピードは1.5秒、チャートスピードは押しボタン式で4段に切り替えられる。ケースは横長のラック形である。また特に高速ペンスピードのものとして、0.25秒のものを開発した。VKP<sub>21</sub>形記録計はガスクロマトグラフなど日立の理化学器械、そのほかにも多数使用されている。電子管式計器の応用製品の主なるものとしては通気度計、熱量計、流量比率計などが挙げられる。通気度計は焼結炉の風量、負圧、そのほかの諸元から電子管式計器により複雑な演算を行って炉を制御するもので、日本鋼管株式会社川崎製鉄所へ納入した。この種製品は国内では始めてのものであり、今後製鉄メーカーに多く使用されるものと思われる。熱量計は温度差と流量の積により算出するもので、ボイラ制御用として日本麦酒株式会社大阪工場へ納入した。

##### 6.1.2 調節計

空気式、電気式いずれもこれまでの経験を生かしてそれぞれ新しい器種が開発されたが、特に空気式では取扱い上も非常にすぐれた大形、中形、小形の調節計が完成した。日立独特の複吊機構は部品加工上有利な形として精度をあげ、調節計自体のバランス特性を改



第5図 VKP<sub>62</sub>-P形電子管式空気作動  
温度記録小形調節計

良した。また微積分動作絞りとタンクの一体化、各部のユニット化により製品の均一、互換性を広げた。

第4図に示すPKB<sub>62</sub>-P形空気作動式小形調節計は従来の61シリーズから大きく進歩した正面158角の調節計である。PID設定がパネル正面から可能で、内部引出しの状態で電源、空気源が切れないので保守点検が容易、過去の記録をみる時巻取った記録紙をのぼしてみることができ、パイロット部、複吊機構も斬新な設計がなされている。同じ形のPIB<sub>62</sub>-P形の指示調節計も完成した。

第5図はVKP<sub>62</sub>-P形電子管式空気作動記録小形調節計で正面デザインおよび機能はPKB<sub>62</sub>-P形と同じで、小形計器によるパネル取りまとめ上非常にスッキリした設計ができる。増幅器はトランジスタの安定、長寿命のコンパクトな構成で上、下限警報接点取付も可能で現場の広い応用に適する。内部引出しの状態で電源が切れないので内部点検も容易である。PID設定正面可能、過去の記録の点もPKB<sub>62</sub>-Pと全く同じでバイパス装置をつけて使用する。

VKP<sub>31</sub>-P形電子管式空気作動中形記録調節計は、チョップを使わない電子管式記録計として注目を浴びたVKP<sub>31</sub>形に空気作動式の調節機構を内蔵させたもので、外形は従来品と同様約300角、折たたみ式の記録紙と、すぐれたデザインをもっている。PID設定は正面から可能で同じ複吊機構を組み込み、すぐれた電子管回路による記録機能と、安定した調節機能を兼ねそなえた、中形記録調節計である。

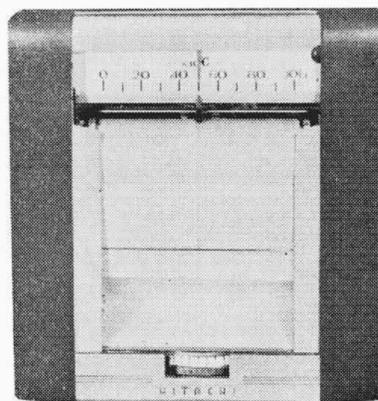
これらの空気作動式調節計とともに電気式の調節計も開発された。EOI形時間比例動作付調節計は従来のEOI形発振式オンオフ調節計に比例動作を付加したもので発振回路にモータで回転するコンデンサを入れ容量増減により発振状態をかえ、オンとオフの時間を偏差によってかえ、比例動作機能をもたせたものである。周期は80秒から4段変化させることができ、比例帯は2%、従来のオンオフ調節よりもすぐれた制御結果を得ることができる調節計である。パイロメータのMT形、抵抗温度計のCT形がある。

### 6.1.3 温度、湿度計

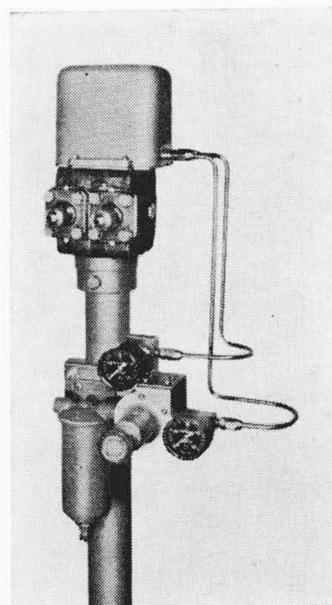
工業用温度検出器として数年前からサーミスタを実用しているが特性バラツキがあり、補償抵抗器と組み合わせて使用していた。TM-600形サーミスタはこの欠点を解消して完全に互換性があるため測温抵抗体に代って小形、高速応性の特徴を生かし、需用分野は激増しつつある。サーミスタの応用としては風速計、熱量計などを製作し好評を得ている。特殊な温度測定法として多個所の温度ならびにそれらの平均温度を同一記録紙に記録する多点式平均温度計を日本鋼管株式会社に納入した。またEOI形温度警報計を利用した多点独立警報計や、塩化リチウム感湿素子を応用した湿度記録計など応用製品の開発も活発であった。

### 6.1.4 流量計、液面計

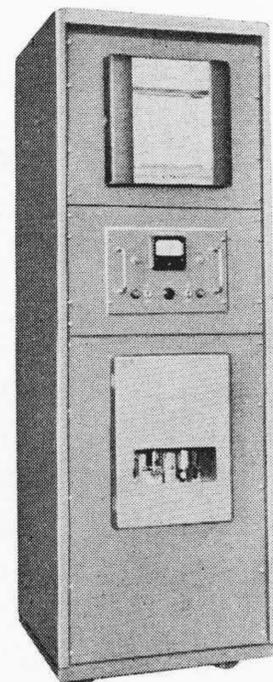
直流方式で誘導に強くすぐれた性能をもっている電磁流量計は最大250φまで製品開発を広げるとともに、5μS/cmの低電導度液の測定が可能となり、従来使用範囲が制約されていた分野への電磁流



第6図 VKP<sub>31</sub>-P形電子管式  
空気作動温度記録中形調節計



第7図 FPR-6H形空気圧式  
差圧発信器



第8図 AH-301形高純度  
酸素分析計

量計の応用を可能とした。

また、差圧空気圧発信器の研究も進めFPR-6H形(第7図)、BPR形の発信器が開発された。前者はダイヤフラム式の力平衡式のもので非常に小形である。後者はペローズ式の偏位平衡式で、いずれも過差圧に対して完全な保護対策がなされ精度も向上し、安定な信頼度の高い発信器が完成され各所に納入された。

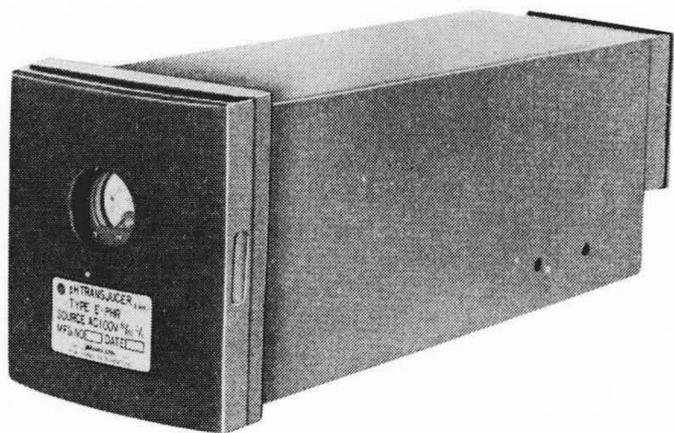
差圧発信器は流量と出力空気圧とが自乗の関係になるがこれを開平するX-LR形開平演算器が完成して、ボイラの自動制御に利用され、また、トルクチューブによるデスプレースメント式液面空気圧発信器が開発され液面検出に應用範囲を広げることができた。

### 6.1.5 分析計

分析計においては性能の改善と日立独自の分析計の開発が行われた。磁気式酸素分析計は検出部をユニット化し、ガスの出入口を側面に設けて保守の簡易化を計った。さらに温度調節器は検出部にサーミスタを使用したトランジスタ式温度調節器を採用して、外部温度20±20°Cの変化に対し温度の影響を完全に補償している。

最近のめざましい工業の発展によって、酸素の需要が著しく増加し、酸素製造設備が多数建設されている。高純度酸素分析計は空気分離製造より得られる高純度の酸素を分析表示する計器で、98(99)~100 vol% O<sub>2</sub>を標準目盛とする高精度の計器で、同時に完成した高純度窒素分析計とともに、空気分離装置用分析計として日立独特のものである。

35年度に引続きpH計シリーズの一環としてE-PHR形変換器が完成した。この変換器はpH検出系よりのpH値に比例する電圧を0~16 mA D.C.の電流に変換するもので、最大負荷は2kΩまで取ることができる。したがって可動線輪形計器、電子管式計器いずれも接続可能であり従来困難であった電子式調節計やデータロガとの



第 9 図 E-PHR 形 pH 変換器

組み合わせもこの変換器を接続するのみで可能となり、pH 計としてのあらゆる要求に応えるものである。

#### 6.1.6 電子式プロセス制御装置

電子式プロセス制御装置は温度、圧力、流量などの各種の検出変換器、PID 調節器、演算器、電空式および電動式の操作器そのほかの付属機器から構成されている。ソリッドステート化に重点をおいたので、その方面から以下主なる機器につき概説する。

検出変換器は温度、圧力などを一定の直流電流信号 0~16(4~20)mA D.C. に変換するものである。

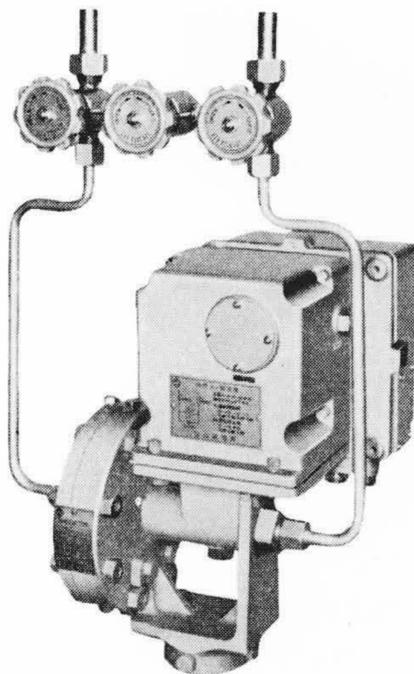
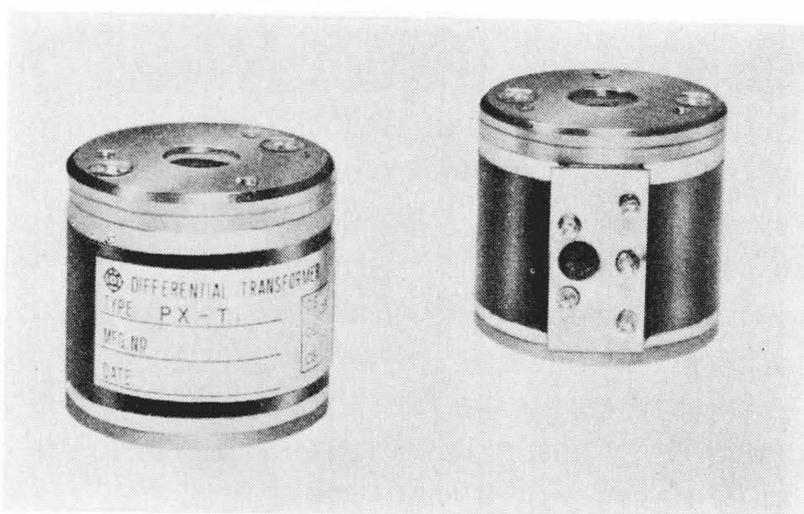
温度変換器は測温抵抗体の温度による抵抗変化を統一信号に変換するもの (ETR-S 形) と熱電対の起電力を統一信号に変換するもの (ETR-C 形) とがある。この両者とも増幅回路は全部トランジスタ化して長寿命化を計った。

圧力 (EPR-XX 形)、差圧 (EDR-XX 形) 変換器はダイヤフラム、ベローズ、ブルドン管の変位を差働トランスで交流電圧に変換して同期整流し、フォースモータに負帰還する。この増幅回路もすべてトランジスタ化した。またこれに使用される差働トランスも新しく研究開発されたものを使用している。

さらに入力変位を開平して流量に比例した出力を得る流量変換器 (EFR-XX) も開発され、すでに納入された。

PID 調節計は従来の無指示形に加えて、磁気変調器—トランジスタ増幅回路—トランジスタ同期整流回路の新回路を採用した記録調節計を開発した。VKP<sub>62</sub>-SU 形記録設定ユニット、V<sub>81</sub>-EU<sub>3</sub> 形 PID ユニット、V<sub>81</sub>-MU 形手動調節ユニットより構成されている。

積算計には入力直流電流を磁気マルチパイプライン回路により周波数に変換し、これをステップモータで積算する新しい原理に基づくものを開発した。

第 10 図 EDR-MD 形  
差圧変換器第 11 図 PX-T<sub>1</sub> 形差働トランス

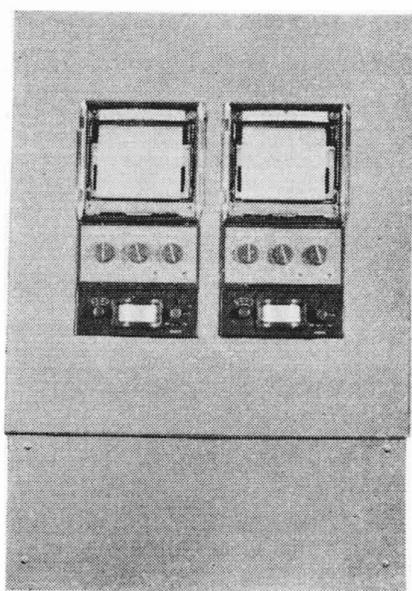
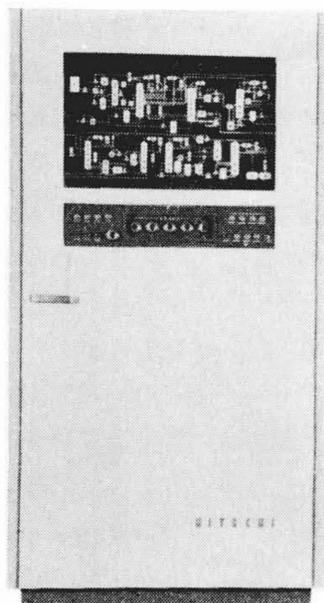
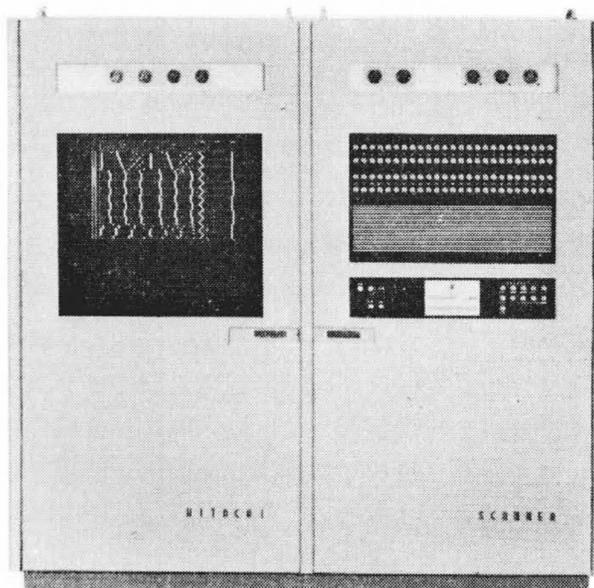
また演算器として一入力に定数 K をかけて他入力と加算あるいは減算のできるもの (V<sub>61</sub>-CAS 形) が開発され、簡単な計算機制御に使用されている。

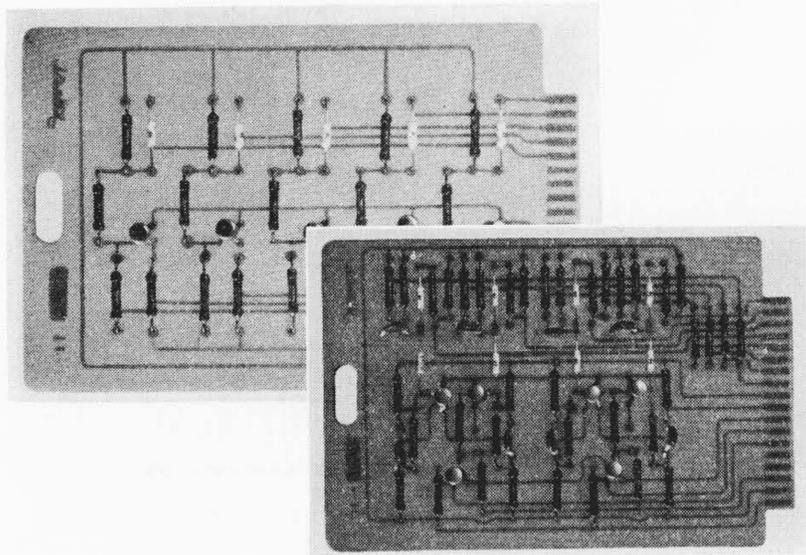
#### 6.1.7 スキャニング装置

各種プラントの計装設備の増大に伴って、従来人手によっていた監視、データ処理などを自動的に行う必要が痛感されてきた。スキャニング装置はこのような傾向に対処して研究、開発を行ってきたが、36 年は新機能の開発、改良によって量産態勢を確立した。

##### (1) 標準方式の確立

大別してアナログ方式とデジタル方式の 2 種類とし、アナロ

第 12 図 VKP<sub>62</sub>-SU 記録設定ユニット  
V<sub>81</sub>-EU<sub>3</sub> PID ユニット  
V<sub>81</sub>-MU 手動調節ユニット第 13 図 SEA-100 形 アナログ  
方式スキャニング装置第 14 図 SPD-50 形 デジタル方式  
スキャニング装置  
(宇部興産株式会社納)



第15図 プリント配線を採用した基板

グ方式のものは主として温度監視および制御の簡単な仕様のもので、デジタル方式は各種工業量の監視、表示、記録、計算、制御など複雑な機能を持っている。

#### (2) ソリッドステート化によるプリント配線、プラグイン方式の採用

回路の主要部をトランジスタ化してプリント配線、プラグイン方式を採用し保守、点検の便を計った。

#### (3) ピンボード方式の採用

上限設定値、下限設定値、調節設定値、スケール定数など使用中変更する可能性のあるものの大部分はピンボードのピンをさし替えることによって容易に変更できるようにしている。ピンボードは独自の方式と構造により見やすく取扱いやすくした。

#### (4) 周波数計数方式 A-D 変換器の採用

A-D 変換器は周波数計数形と呼んでいる独自の方式のものを開発、採用しこれによって対雑音特性のよい、したがって低入力レベル、高走査速度の性能を有している。

#### (5) 自動検定、自動校正装置の全面的採用

装置の主要部分には自動検定、自動校正装置を採用し、オンラインで使用され装置として十分な安定度と信頼性を確保した。

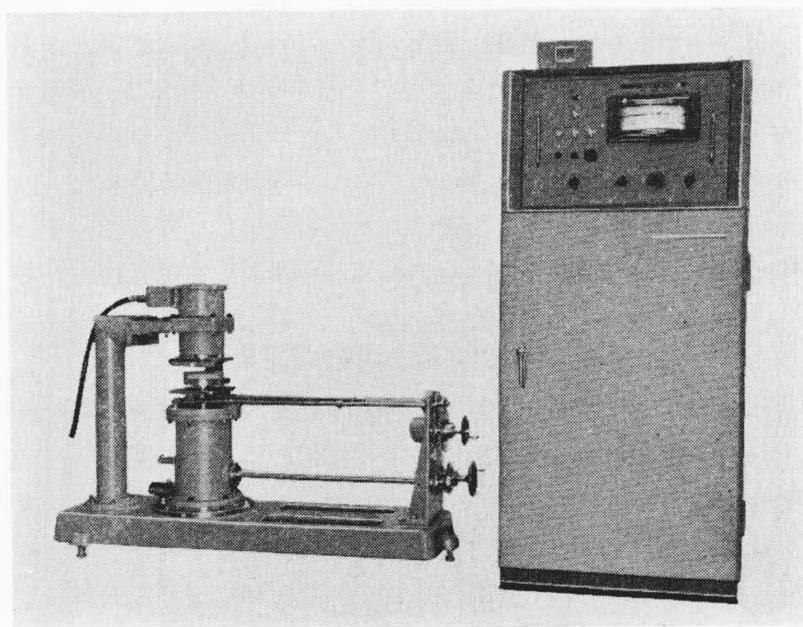
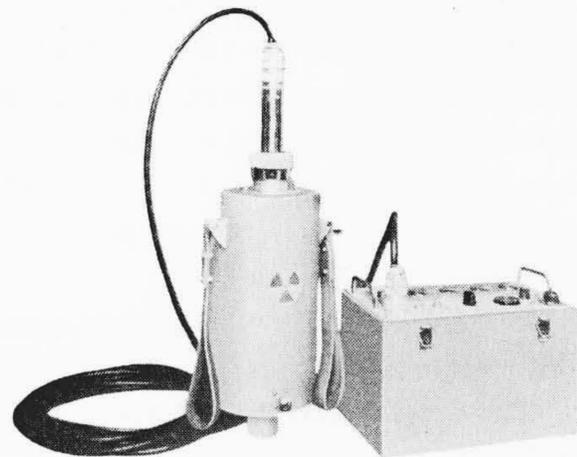
以上のような標準方式によるスキャニング装置は、十條製紙株式会社、信越化学株式会社、宇部興産株式会社をはじめ各所に納入され、好評のうちに運転されている。特に宇部興産株式会社納入のものは、入力レベル 0~10 mV、入力インピーダンス 200 k $\Omega$ 、走査速度 2.5 ch/s というきびしい仕様のもので、この程度の性能のものが実用化されたのはわが国では最初である。これも周波数計数方式 A-D 変換器の優秀性を裏書きするものである。

## 6.2 放射線応用計器

放射線応用計器は工業利用において重要な問題である使用部品の寿命の検討、高温多湿の悪条件下での使用に耐えるような検出部の構造についての研究が行われた。液面計、厚み計、密度計、水分計の基本品種については設計面においても、製作面においても技術的基礎が確立し、一層、信頼性が高いものとなったので、高度の技術を必要とする新しい分野での応用面を開くことができた。高圧タンクの液面測定、赤熱鉄板の厚さ測定、高温場所における鉄鉱石水分の測定などはいずれも日立製作所で完成した画期的な方式によるものである。

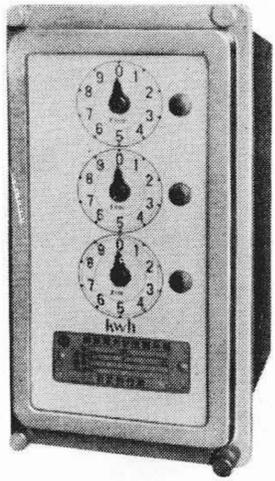
### 6.2.1 液面計、厚み計

36年度は標準品の納入実績もさることながら、特にめだつ傾向としては規模の大きい特殊品があげられる。液面計では三菱油化株式会社四日市工場へ、高圧用ならびに低圧用タンクに使用するものと

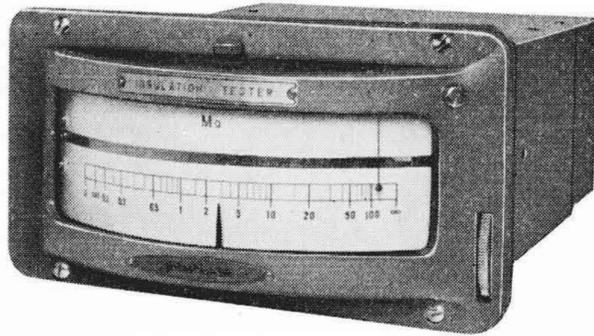
第16図 熱間厚板用 $\gamma$ 線厚み計第17図  $\beta$ 放射体定量測定装置

第18図 携帯用中性子水分計

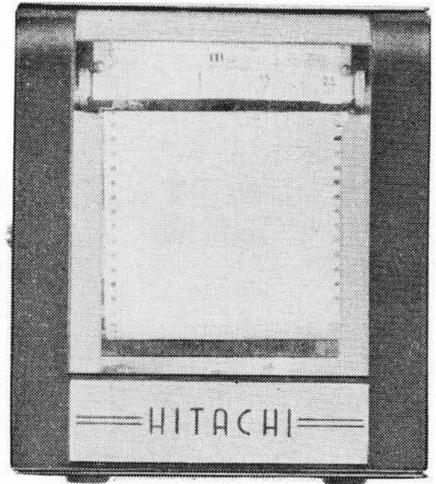
して8台納入した。高圧用タンクは 250 気圧のタンク内の液面を測定するもので、日立製作所独自の方式を採用し、各方面の注目を集めている。厚み計では日本鋼管株式会社鶴見製鉄所へ熱間厚板用の $\gamma$ 線厚み計を納入した(第16図)。これは熱間圧延中の厚板を $\gamma$ 線の透過を利用して測定するもので、検出部の高さは約 4 m に及び国産では最初の製品であり海外でもこの例は少ない。放射線源としてはセシウム-137、10 キュリーを使用し、厚さ設定方式、応答速度などの点で画期的な考慮が払われている。このほか日立 $\beta$ 線厚み計の技術を取入れた $\beta$ 放射体定量測定装置(第17図)がある。これは日本原子力研究所へ納入されたもので、原子炉などによって製造されるアイソトープ中の $\beta$ 放射性物質の定量 (mc/cc) を測定する装置である。



第 19 図 YC形積算電力  
記憶表示器



第 20 図 ER<sub>51</sub>-HA 形警報接点付日立メガー



第 21 図 QH<sub>71</sub>-M 形 R 記録計

### 6.2.2 水分計

中性子水分計は 35 年度にすでに完成され、各方面に納入、着々実績を挙げつつある。36 年度に要望の強かった携帯用の水分計を完成した(第 18 図)。これは回路をすべてトランジスタ化し、小形軽量を目的としたもので、今後土木建築方面における需要が期待される。このほか八幡製鉄所株式会社へ鉍石用の水分計が納入された。これは焼結機においてコンベアで運ばれる鉍石の水分を連続測定するもので高温、多湿の現場条件にもかかわらず順調に運転されている。

### 6.3 一般計器および測定器類

積算電力計は各電力会社納入の各種定格計器の開発改良にひきつづき努力するとともに、パルス発生式などの特殊品を開発した。また印度における積算電力計の需要に応ずるために、かねて日立製作所が長年の技術と経験を提供して設立されたダスー日立会社は着々工場建設がすすめられ昭和 37 年には Y-72 形单相積算電力計を生産する段取りとなっている。

計測技術の進歩は被測定量をいかにして測定指示させるかに始まり、ついで記録することによりデータを後日に残し、さらには警報または制御の検出端として使用するという段階を経るものである。この意味で警報接点付日立メガーが開発され、試験設備と組み合わせれば流れ製品中の規格外の絶縁抵抗のものを選別することも容易にできるであろう。また電気炉の抵抗分、リアクタンス分を測定する RX メータも特殊機構を採用することにより記録計を完成し、RX 制御の検出端としての検討も進められている。

東海道新幹線の開通をひかえ、列車自動制御装置の検出部たる速度検知装置の製作が開始されたが、責務の重要性にかんがみて特にフェールセーフに対しては特別の考慮がはらわれている。

#### 6.3.1 積算電力計の開発

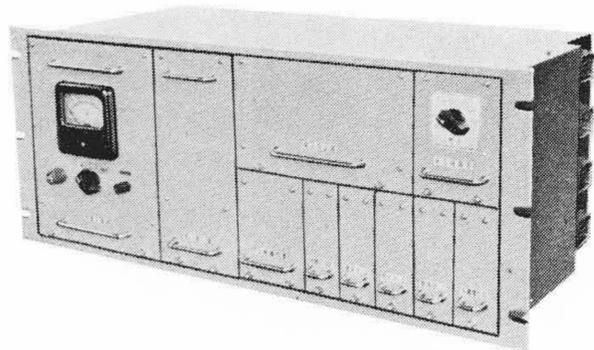
##### (1) 広範囲单相、三相積算電力計

宝石軸受をもつ計量装置、各種微調整機構などすぐれた特長をもつ、Y-7、Y-7A 形单相積算電力計はさらに温度特性の改良、電力損失の低減が図られ、いずれも追加形式承認を得た。また大電流定格計器 120(60)A、60(30)A も完成したので一連の Y-7 シリーズが完備された。

次に三相積算電力計でも、鋼板プレス品によるフレーム、YM 鋼小形制動磁石を採用した小形三相積算電力計 YD-1 形を開発し、従来品に比べ外側容積および計器重量ともに約 30% の軽量化がなされた。

##### (2) 特殊積算電力計

発電所の自動化、無人化に伴い YC 形積算電力記憶装置が開発された。本装置は積算量を機械的に記憶し随時デジタル変換ができる記憶装置の送信側表示器であり、構造が機械的記憶方式



第 22 図 DF 形速度照査器

であるので 1 時的停電により記憶がリセットすることがなく信頼性が高く、駆動力が大きく確実な接点動作が行われることならびに引出形を採用して保守点検調整が容易であるなどの特長をもっている。

国鉄東北線集中監視制御装置のデジタルテレメータをはじめ、無人発電所の積算電力記録装置などに実績をあげている。次に遠隔指示積算電力計として積算電力計の円板 1 回転ごとにパルスを発生するフォトトランジスタ使用のパルス発生装置を具備した YB-32P 形積算電力計が開発された。本計器は使用条件により、出力端子から電気的パルス出力を取出すパルス出力形と、さらにリードリレーを内蔵させ出力パルスによりこれを動作させ、その接点を出力端子に接続しているリレー接点出力形がある。

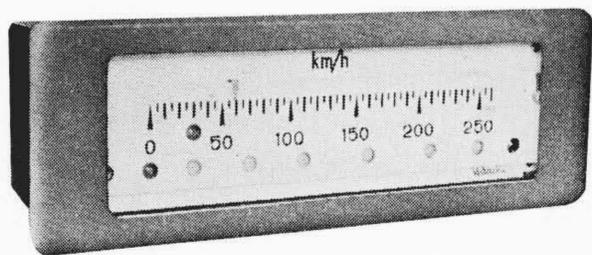
いずれも積算電力計本体の動作、確度に影響を与えず確実な積算電力量の送信指示を行いうるもので、富士製鉄株式会社室蘭、釜石製鉄所をはじめ多数納入された。

#### 6.3.2 ER<sub>51</sub>-HA 形警報接点付日立メガーの開発

さきに配電盤取付用の ER-H 形日立メガーを製作したが今回さらに警報接点を付加したものを開発した。外部のつまみにより設定指針を希望値に合わせておけば、その値以下の絶縁抵抗値の場合には接点が閉路して警報回路を作るものである。量産工場にて使用される絶縁抵抗計は最終的にはこのようなものが要求され、今後流れ製品の検査に多数使用されるであろう。検出部は高周波の発振を応用した無接点方式であるから長寿命であり、絶縁抵抗計のような小勢力の計器の場合にも測定になんらの悪影響を及ぼさない。

#### 6.3.3 QH<sub>71</sub>-M 形 R 記録計、X 記録計

電気炉の操業上に炉の等価的な抵抗値、リアクタンス値をはあくすることの重要性は数年前から提唱されており、すでに指示計は各地の工場に納入し使用されているが、今回小勢力の測定要素に適用される独特な機構を有する熱ペン式の記録計により炉の R 値、X 値を記録するものが開発された。これらの記録データと製品の品質とを後刻照合検討することにより、一段と確実な品質管理が可能となった。



第23図 KP-C形速度指示計

#### 6.3.4 車両用速度検知装置

列車の自動制御用検出器として開発されたもので、指令速度と列車速度との大小を判別し、後者のほうが大であれば列車にブレーキをかけるよう制御リレーを駆動するものである。東海道新幹線用として製作したものの指令速度は0, 30, 70, 110, 160, 210, 250 km/hである。FAC-4形速度検出用発電機は速度零の場合にも一定周波数を発生し、速度の増大に比例して周波数が加算されるように製作された特殊構造のものである。DF形速度照査器は発電機の発生する周波数を周波計回路により直流電圧に変換し、車輪径変化に基づく誤差を補正したのち、各指令速度に対応する基準直流電圧と比較して大小を判定しブレーキ制御リレーを駆動する。また照査器から他の周波計回路により速度に比例した直流電圧を出し、自動平衡方式のKP-C形大形指示計により指示させるとともに、走行中の指令速度を目盛板上にランプ表示するものである。本装置は万一の故障時には常に安全側(ブレーキが動作するよう)に動作する必要があるので、発電機は前述のとおり速度零の場合にも一定周波数を発生し、速度零と発電機故障を判別するほか各部が故障または断線した場合にも安全側に動作するように考慮しすべてトランジスタ化されている。

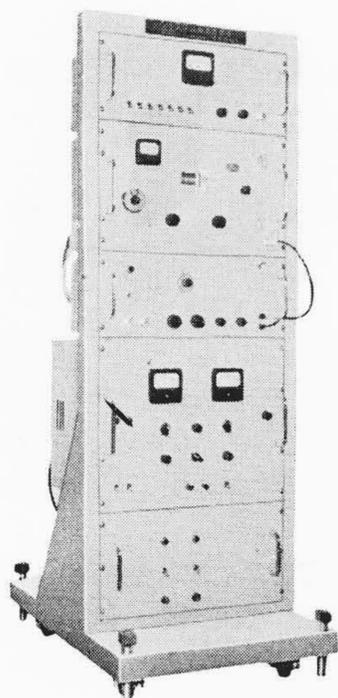
#### 6.3.5 通信用測定器

##### (1) ミリ波測定器

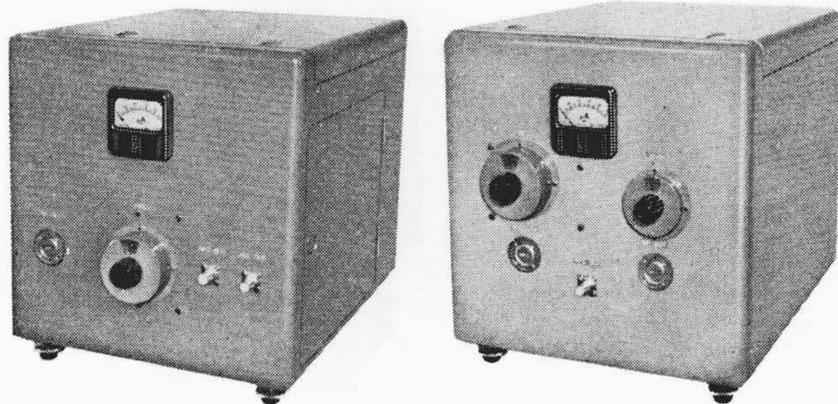
ミリ波通信およびミリ波を用いての物性の測定などの進歩にともないミリ波測定器の需要はますます多くなり、さらに各素子の広帯域化、直読化とその要求は盛んである。これらの要求に答え35年度に引続きミリ波測定器の精度の向上および開発に力を入れ新しく下記のような新機種を製作納入した。

##### (A) プラズマ測定装置

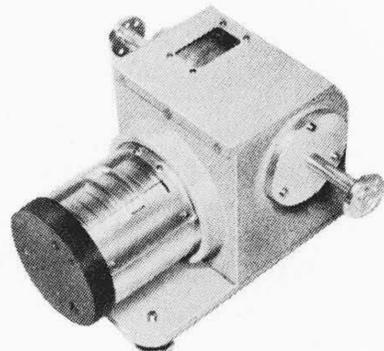
核融合反応の研究にともないその基礎研究としての放電プラズマの電子温度および密度の測定はマイクロ波またはミリ波を用いて行われている。温度の測定はマイクロ波またはミリ波の受信機を用い、プラズマ放電時発生する熱雑音レベルを測定してもとめ密度の測定はマイクロ波またはミリ波干渉計法によりプラズマ放電時の位相の変化を直視



第24図 50Gc帯プラズマ測定用送受信装置



第25図 24Gc帯高安定送受信装置高周波部



第26図 50Gc帯直読式回転形減衰器

することによって求めている。これらの目的に合した24GC帯、34GC帯および50GC帯の測定装置を製作した。第24図に50GC帯のプラズマ測定用送受信装置を示す。本器は雑音測定用受信機および密度測定用の変調器、送信出力端を備えており高周波部のみを交換すれば24~75GC帯にわたる装置に用いられるよう設計されている。このほか温度標準としての雑音発生器切換器などの素子や干渉計用差動増幅器などより構成されている。

##### (B) 24GC帯高安定送受信装置

マイクロ波またはミリ波を応用した測定の分野が広がるとともにその測定の精度の向上が要求される。本装置は24GC帯の周波数安定度の高い送受信装置で温度補償された2空胴AFC方式を用いて長時間の周波数変動を少なくし、AFC信号の低レベル増幅にはトランジスタチョップを用いて低い周波数成分による周波数リップルを少なくして、従来得られている $10^{-5}$ の周波数安定度が $10^{-6}$ と1けたの改善が行われている。また受信機にはIF(中間周波)による追従式のAFCを備えた高感受受信機で安定な測定ができるようになっている。本装置の高周波部の外観を第25図に示す。

##### (C) アイソレータ

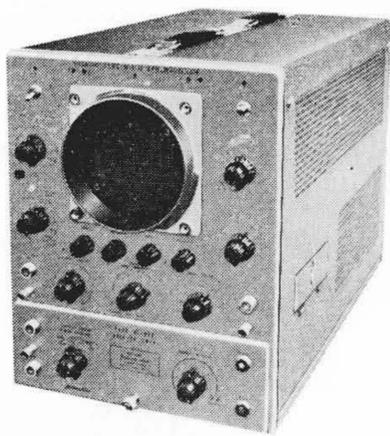
マイクロ波またはミリ波の測定装置および通信装置において発振器と負荷あるいは回路間の相互干渉による悪影響をさけるためアイソレータが用いられる。アイソレータは導波管内に入れたフェライトと磁石を用いたもので電界偏移形とファラディ回転形とがあり順方向には損失なく逆方向には電力を吸収する性質をもっている。従来24GC帯以上はフェライトおよび永久磁石の性能が悪くファラディ回転形で線輪と励磁電源を用いていたため取扱上あるいは価格上種々の欠点を有していたが、今回24GC帯の永久磁石を用いた電界偏移形を完成した。ほかの周波数帯のものについても小形化と性能向上を目ざし鋭意開発中である。

##### (D) 直読式回転形減衰器

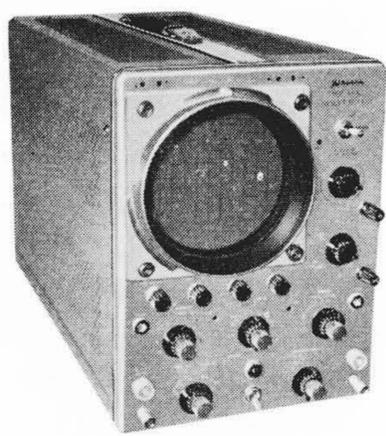
本器はミリ波の精密級直読式回転形減衰器で矩形-円形導波管変換部、抵抗膜のはいった円筒導波管部、およびその駆動機構、目盛指示部よりなっている。本器は理論的に減衰量が回転角度のみによって決まるので、周波数特性、移相変化、経年変化が少なく、また目盛精度(0.1dB~0.5dBで読める)がよく可変範囲が大きい((0~50dB)など数々の特長を有する。第26図に50GC帯の外観を示す。7GC~75GC帯のほかの各周波数帯のものも現在開発中である。

##### (2) シンクロスコープ

シンクロスコープはエレクトロニクスにおける波形観測には欠くことのできない測定器として、従来のいわゆるオシロスコープに代ってますますその需要を増しつつある。現在、下記の性能を有する四機種が開発され、生産を開始し即納のできる態勢となった。



第 27 図 V101 形  
シンクロスコープ



第 28 図 V102 形  
シンクロスコープ

(A) V101 形シンクロスコープ (第 27 図)

本器は精密波形観測用として特に設計された標準形シンクロスコープであらゆる分野に欠かせない観測装置である。ことに前置増幅器はプラグイン方式で広帯域形、2 現象形、高感度形、差動増幅形の四種類が準備されており、それぞれ用途に応じて簡単に差し替えることができる。

垂直軸増幅器は DC~30 MC の帯域を有し立ち上り特性が非常にすぐれている上、信号遅延回路を有しているため、立ち上りの速いパルス波形もひずみなく十分に観測できる。

掃引拡大率は 100 倍まで 5 段切り替えになっており遅延掃引に比べ非常に簡単な操作で波形の細部を観測できる。

水平増幅器は直流結合で正確に校正されているため X-Y オシロスコープとしても使用できる。

高感度ブラウン管 5BHP2 を使用しているため明るいせん鋭な線を観測することができる。

(B) V102 形シンクロスコープ (第 28 図)

小形でしかも大形に劣らない性能を発揮するように設計されており、設置場所の移動が比較的容易である。

垂直軸増幅器は帯域 DC~15 MC を有し信号遅延回路を有しているため、立ち上りの速いパルス波形でもひずみなく観測できる。

水平軸増幅器はすべて直流結合でかつ高感度であるため、掃引拡大率も 20 倍まで 4 段切り替えになっており、信号波形の細部を観測するのにたいへん便利である。

なお、7 段の校正された外部入力減衰器を有しているため、X-Y オシロスコープとしても使用できる。

(C) V103 形シンクロスコープ

特に小形軽量、携帯用に適するように設計されており、75 mm ブラウン管 3WP2 を使用している。

垂直軸増幅器は帯域 DC~4.5 MC を有し、レーダ機器などサービス用、実験用に好適である。

掃引速度は 0.5  $\mu$ s/div~0.2 s/div まで 18 段切り替えになっており、5 倍掃引拡大も可能である。

校正用電圧として 0.05 V~100 VP-P 11 段切り替えを内蔵している。

(D) V104 形シンクロスコープ

簡易形であるが従来のオシロスコープに比べて性能がよい。垂直軸増幅器は帯域 DC~2 MC であるが、掃引速度は 2  $\mu$ s/cm~1 s/cm まで 18 段切り替えになっており、また 5 倍の掃引拡大が行える。

垂直軸偏向感度や掃引速度が校正されている上、電圧校正用方形波出力を内蔵しているため正確な波形観測ができる。

6.4 継電器

火力発電所の建設とこれに伴う送電システムの整備が活発に行われ、

これら大電力システムの安定運営のため重要送電線の保護方式は大部分がパイロット方式を採用している。

継電器技術もこれを反映して積極的な開発、改良が行われた。

キャリヤリレー装置では関西電力株式会社、関西、木曾、北陸幹線など 154 kV 系キャリヤリレー 27 端局を製作納入した。特にこの系統はほとんどが亘長 150 km 以上の長距離送電線で、短絡距離継電器としてはカップ形の UHY 形高速度モー継電器を使用している。

パイロットワイヤリレーも短絡用として KD<sub>4</sub> 形、接地用として KD<sub>5</sub> 形または KHOV 形継電器を使用したものが標準化され、関西電力京都市内各変電所 20 端局ほか多数が完成した。

これとともに機器の保護においても保護能力と信頼度の増強が計られ、発電機の世界検出継電器や界磁巻線の全域にわたって接地故障を検出できる FG 形界磁接地継電器などが開発されるとともに、最近の新しい分野である筒形水車駆動の誘導発電機用 VSDF 形同期装置を完成した。

6.4.1 UHY 形高速度モー継電器

中距離以下の送電線の距離継電器としては AHZ 形インピーダンス、AHXG 形リアクタンス継電器などが使用されるが長距離送電線においてはこれら継電器は適用上制限をうけることが多い。

この点にかんがみかねてカップ形継電器の研究を続けてきたが今回 UHY 形高速度モー継電器を完成し、関西電力株式会社の 154kV 系キャリヤリレー装置の短絡保護用主継電器として 27 端局分を納入した。

本継電器は第 1 (Y<sub>1</sub>)、第 2 (Y<sub>2</sub>) 段モー要素、第 3 (OY<sub>3</sub>) 段オフセットモー要素よりなり、その整定範囲は各段とも 1% ステップで 3~30  $\Omega$ 、OY<sub>3</sub> 要素の後方整定は 0.25  $\Omega$  ステップで 0~3  $\Omega$  となっておりその最大感度位相角は 75 度になっている。

モー継電器は方向選択を距離測定と同時に行う関係上わずかな不整入力に対しても応動しやすく誤動作の原因になることが多い。したがってモー継電器においては静特性はもちろんであるが、過渡特性はそれにも増して重要でありそれによってモー継電器を評価することができるともいえよう。

本継電器はこの点に重点を置いて開発されており、電圧極性線輪、抑制線輪回路の時定数の検討、空けき付変流器による直流分の分路などに多くの特長を備えている。また製品の製作調整も特に過渡特性に留意しており、故障点の遠近、故障電流の大小に関係なく確実に方向選択を行い、測距特性もオーバーリーチは 3% 以下に止まっている。さらにモー継電器では電源開放時に不必要遮断を行うことが多いがこれを避けるための処置も行われている。

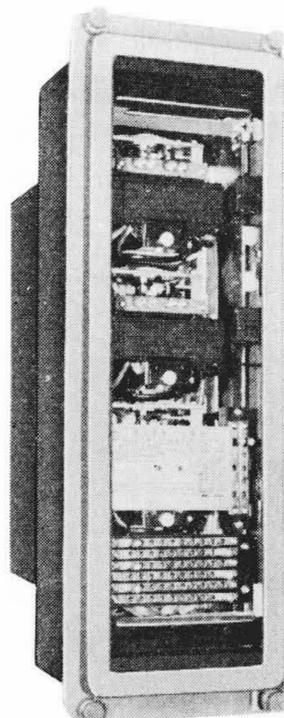
また動作時間は超高压送電線の保護にも十分使用できる程度の高速度になっている。

本継電器は実用に入ってからすでに多数回の正規動作実績を有し、工場における研究結果に誤りのないことと、その動作が十分信頼にこたえるものであることを示している。

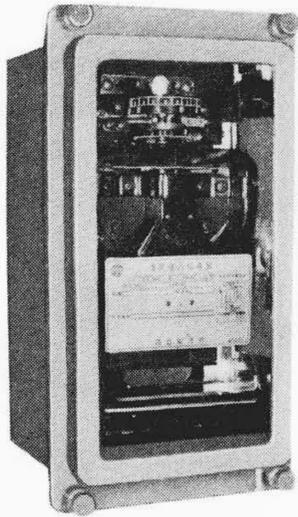
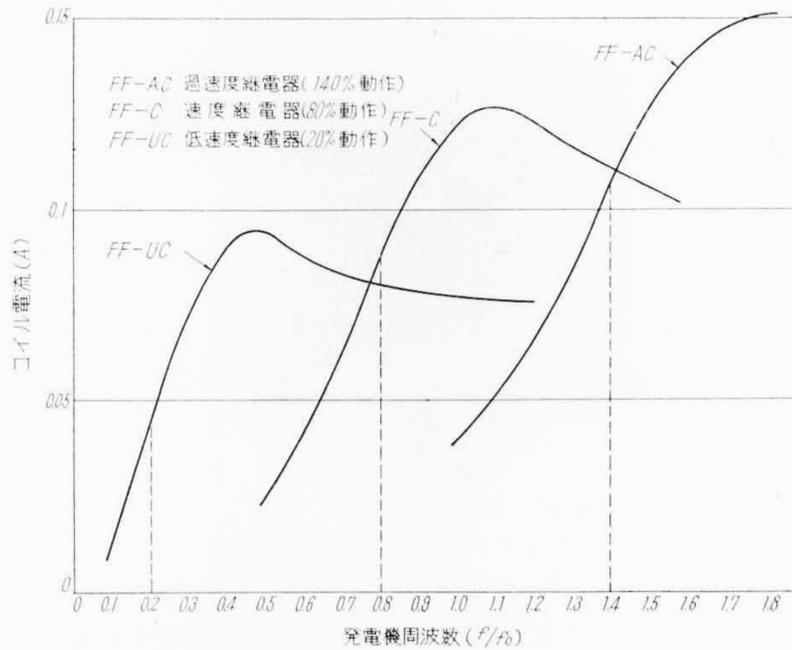
6.4.2 機器保護用継電器の開発

(1) IGV 形 D<sub>1</sub> 式接地継電器

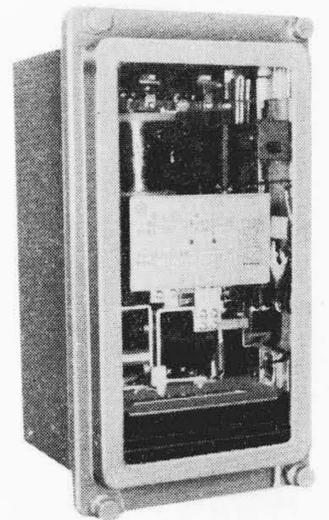
柱上変圧器接地方式をとる発電機の接地保護用として IGV 形 D<sub>1</sub> 式接地継電器を開発した。接地変圧器二次にタップ値 (5~20V) に相応する電圧が出た



第 29 図 UHY 形  
高速度モー継電器

第30図 IGV形 D<sub>1</sub>式  
接地継電器

第31図 FF形速度継電器特性図

第32図 FG形 C-D<sub>1</sub>式  
界磁接地継電器

場合に適宜の限時のもち接点を閉路する。発電機が定常運転中でも接地変圧器の二次には各相電圧の波形ひずみに基づく第三高調波電圧が現われているが、本器においては動作回路の直列共振特性により第三高調波電圧に対しては著しく感度を落してあるからこれによる誤動作のおそれはない。また主変圧器の高圧側において接地故障が発生した際に接地変圧器の二次に零相移行電圧が生ずるが、これに対しては抑制線輪を設けて主変圧器高圧側の接地PTの二次電圧で抑制するようになっており、誤動作は完全に防止される。なお上記共振回路のリアクタはタップ電圧時にほう和付近にしてあり、過大電圧のときはほう和して共振回路のインピーダンスが変化するので、発電機出力端で接地故障を生じたときでも長時間の付勢に耐えうる。

### (2) FF形電気式速度継電器

水車発電機の起動あるいは停止操作時に発電機回転数を適確に検出して所要の自動操作をさせたり、また速度検出保護を行うのにFF形速度継電器を開発した。本器は浮子形の構造をしており、しかもLC共振回路を利用しているので非常に高感度となっている。すなわち第31図に示すように検出しようとする発電機回転数の近くで継電器のコイル電流が大きく変化するようになっている。またFF形UC式速度継電器のように動作値が定格速度の20%のものでも、共振特性によって定格時にはコイル電流が自動的に減少するので連続定格となっている。従来、使用されている遠心力開閉器に代るものである。なお電源としては永久磁石発電機を使用し、これは電子ガバナ検出入力としても使われる。本器はすでに九州電力株式会社諸塚発電所などに納入稼働中である。

### (3) FG形C-D<sub>1</sub>式界磁接地継電器

交流回転機の界磁回路の接地保護用としてFG形C-D<sub>1</sub>式界磁接地継電器を開発した。界磁回路は非接地方式が一般であり、一カ所の接地故障はなんら障害を及ぼすものではないが、一線接地のまま放置するときは二重接地にて短絡、コイル焼損など起す危険があるので、主要機には一線接地保護方式を適用する。本器はバランスビーム単ボビン形を主継電器とし、これに小形の補助継電器ならびに検出用整流装置を組み合わせた構造のもので、整流出力回路の(-)端を接地し(+)-端は主コイルを介して界磁回路の(-)端に接続して使用される。内部に直流電源を持っているので界磁回路の(-)端で一線接地事故が発生した場合でも接地抵抗が1kΩ以下であればこれを正しく検出保護し、(+)-端接地に対しては16kΩ程度の接

地抵抗をも検出でき不感帯は全く存在しない。また接地抵抗0Ωにて接地故障が発生した場合でもリップル電圧が10%以下になるよう平滑回路を持っているので発電機に与える影響は全くない。

本器はすでに東京電力株式会社品川火力発電所、中国電力株式会社岡山火力発電所に納入され、続いて東北電力株式会社そのほかに納入予定である。

### (4) IHG形C<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>式接地継電器

抵抗接地系の限時接地継電器として、従来方向要素と限時要素とよりなるIG形WXL<sub>11</sub>式が使用されてきたが、今回単一要素で方向性と限時とをあわせもち、かつ電圧抑制効果を加味したIHG形C<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>式接地継電器を開発した。

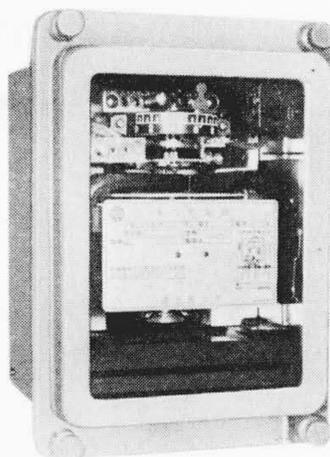
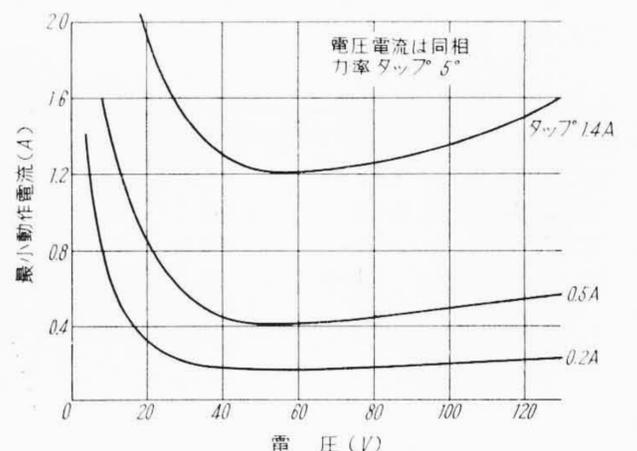
第34図に本機の電圧電流特性を示し零相電圧が定格値の30%以上においてはほぼ一定になっているので故障点抵抗の大きい場合にも良好な感度が得られる。また故障時の継電器電流は系統構成によりその位相角が大幅に変化するので電圧回路の直列抵抗にタップを設け力率特性を進み5、15、25度に切り替えられるようにしてある。

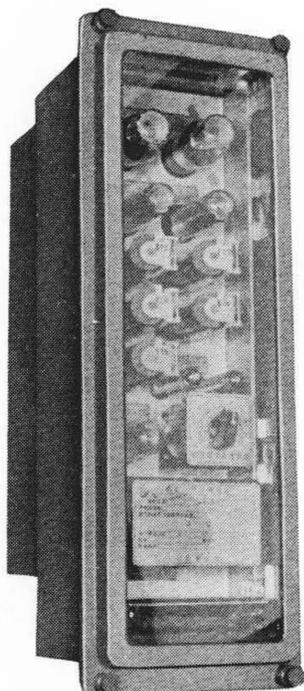
### (5) VSDF形G<sub>1</sub>式電子管自動同期装置

VSDF形G<sub>1</sub>式電子管自動同期装置は誘導発電機を系統へ自動投入する場合に用いられる自動同期装置である。

すなわち誘導発電機を系統へ投入する場合系統へのショックを軽減させるために発電機が同期速度近傍にきたことを検出して動作するもので、それ以外のところでは投入接点をロックして誤投入を防いでいる。

本器は投入する誘導発電機に直結された速度発電機と系統の周波数差を検出してその差が整定値以下となったときに投入する構造となっている。

第33図 IHG形 C<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>式  
方向接地継電器第34図 IHG形 C<sub>2</sub>-B<sub>2</sub>式方向接地  
継電器電圧-電流特性



第 35 図 VSDF 形 G<sub>1</sub> 式  
電子管自動同期装置

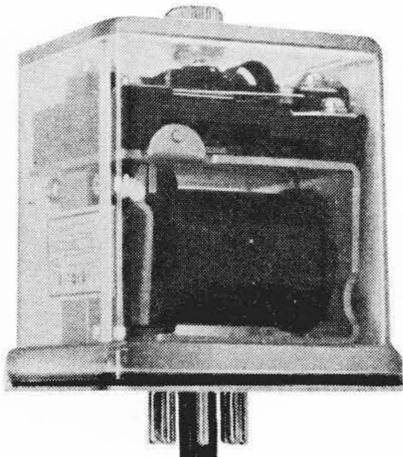
内部は特に信頼のおける真空管を使用しているため今後小容量の無人遠方制御の発電所などの自動同期投入には最適であり、すでに東北電力株式会社、茂庭発電所にて稼働中である。

6.4.3 操作用継電器の開発

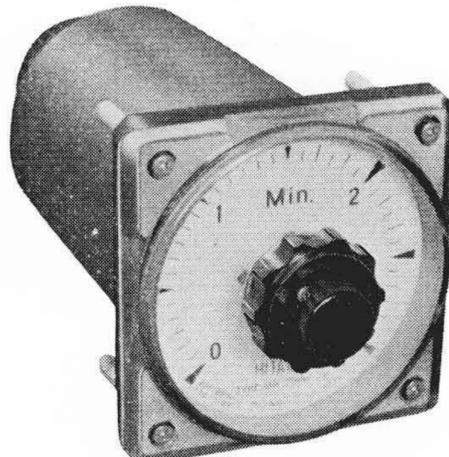
各種の産業設備の拡張とともにこれらのオートメーション化が活発に行われ、飛躍的な増産と品質の向上均一化、コストの引下げがもくろまれている。この目的に好適な補助継電器と限時継電器を開発した。

(1) マイクロスイッチリレー

マイクロスイッチリレーは小形軽量で盤の占有面積も少なく、体裁優美であり、早切機構を応用しているため動作時間が短く接点容量が大きい。また高ひん度動作に耐えられるよう各部部品の材料や構造に最新の技術をおりこんでいる。



第 36 図 AA811 形マイクロ  
スイッチリレー外観



第 37 図 MM 形限時継電器

現在接点構成が C 接点 2 個を有する自動復帰形でプラグイン取付構造の AA811 形が完成し、ひき続き磁気消弧回路を備え接点容量を増加し、接点数も 4 C をもつ AA712 形を開発中である。

(2) MM 形交流限時継電器

MM 形交流限時継電器は産業用にも電力用にも使用できる長限時継電器で第 37 図に示すように丸胴形ケースにおさまられている。外観は広角度計器に体裁を合わせており、動作確実であるとともに高ひん度長寿命を目的に開発した継電器である。

すなわち本器は内部に同期電動機を有し、ギヤ機構、王冠クラッチ、カム機構を介して切替接点を動作させる構造となっており、この接点動作は電流投入後ある整定限時時間の後に行われる。

限時整定は前面の 2 個のツマミにて整定および整定指針のロックが行える。

カバー内部に納められた 2 個の指針のうち 1 個は整定値を示しほかの 1 個は動作中限時に従って“0”目盛に向って回転するため残りの限時量をこの指針より読み取ることができるとともにこの指針が“0”を示したときに接点が動作していることも示している。

日立製作所の工業所有権増減表

日立製作所所有、特許権、実用新案権、意匠権、商標権の昭和 35 年 10 月より昭和 36 年 9 月末日までの 1 年間の増減は下記のとおりである。

	昭和35年9月末現在	当期間増	当期間減	差引増減	昭和36年9月末現在
特許権	2,085	447	80	増 367	2,452
実用新案権	5,982	1,258	505	増 753	6,735
意匠権	639	266	174	増 92	731
商標権	481	79	0	増 79	560
計	9,187	2,050	759	増 1,291	10,478

日立製作所の外国特許権、商標権について

日立製作所が昭和 36 年 9 月末日現在で諸外国に所有している特許権、商標権は次のとおりである。

特許権 41件 (アメリカ、イギリス、西独、フランス、イタリア、ベルギー、中華民国など)

商標権 134件 (エジプト、パキスタン、インド、タイ、ビルマ、シンガポール、フィリピン、インドネシア、イラン、イラク、シリア、レバノン、カナダ、アメリカ、アルゼンチン、ブラジル、チリー、ペルー、ベネゼラ、パラグワイ、メキシコ、ギリシャ、トルコ、サウスアフリカ、オランダ、スイス、ベルギー、中華民国、香港など)